

# ПОЛУЧЕНИЕ ФЕРРОСПЛАВОВ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКОЙ ТРУДНООБОГАТИМЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД

**Б.А. Капсаямов, В.М. Шевко**

Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауезова,  
г. Шымкент, Казахстан

Современная металлургическая промышленность развивается в условиях сокращения богатых природных сырьевых ресурсов, ухудшения их качества, повышения стоимости добычи руды. Потенциальным поликомпонентным сырьем в металлургии (в связи с этим) становятся трудно-обогащаемые руды, доля которых в конце XX столетия только в Казахстане возросла до 45-50% [1].

В настоящей статье рассмотрены руды, относящиеся к категории необогащаемых оксидных руд, запасы которых в Казахстане (месторождения: «Шалкия», «Жайрем») составляют  $\approx 20$  млн. т. Руды содержат, % 1,1-4,5Zn; 0,2-1,6 Pb; 3-16Fe; 8-14Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 42-48 SiO<sub>2</sub>; 2-3 CaO; 0,2-1,2 MgO. В институте Механобр (г. Ленинград) было установлено, что в виду содержания а в Шалкиинской руде смитсонита и церрусита из руды не удается получить концентрат с содержанием Zn>25%. При обогащении Жайремской цинк-олигонитовой руды извлечение Zn в концентрат составило 30-35% при содержании Zn в концентрате 15-16% [2]. Для переработки необогащаемых и труднообогащаемых Zn-Pb содержащих руд нами предложен и разработан комплексный электротермический

способ, позволяющий максимально перевести в возгоны Zn и Pb, а Si, Al и Fe – в ферросплав с получением из шлака строительных материалов.

Для руды Шалкия возможна выплавка ферросилиция, содержание Si в котором описывается следующим уравнением регрессии:

$$\alpha_{Si(ш)} = 15,7 + 0,03 \cdot Fe + 0,37 \cdot K - 0,31 \cdot Y + 6 \cdot 10^{-6} Fe^2 - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot K^2 - 2,9 \cdot 10^{-4} \cdot Y^2 + 1 \cdot 10^{-5} \cdot Fe \cdot K + 4,5 \cdot 10^{-4} \cdot Fe \cdot Y + 7,3 \cdot 10^{-4} \cdot K \cdot Y$$

Влияние количества кокса (K) и угля (Y) на степень извлечения кремния  $\alpha_{Si(ш)}$  при 15% количестве железной стружки Fe от массы руды представлено на рис. 1а. В области составов АБСДЕ возможно получение ферросилиция марки ФС25, а в области А'Б'С'Д' - ФС45. Аналогично для руды Жайремского месторождения уравнение регрессии представляет вид:

$$\alpha_{Si(ж)} = 34,51 - 0,91 \cdot Fe - 3,21 \cdot K + 0,69 \cdot Y + 2,3 \cdot 10^{-2} \cdot Fe^2 + 0,29 \cdot K^2 - 6,1 \cdot 10^{-4} \cdot Y^2 - 4,7 \cdot 10^{-2} \cdot Fe \cdot K - 1,6 \cdot 10^{-2} \cdot Fe \cdot Y + 8,3 \cdot 10^{-2} \cdot K \cdot Y$$

Область составов, позволяющих получить ферросилиций марок ФС25 и ФС45 приведена на рис. 1, б и отмечена областями абсд - марки ФС25 и а'б'с'д' - ФС45 (заштрихованные области).

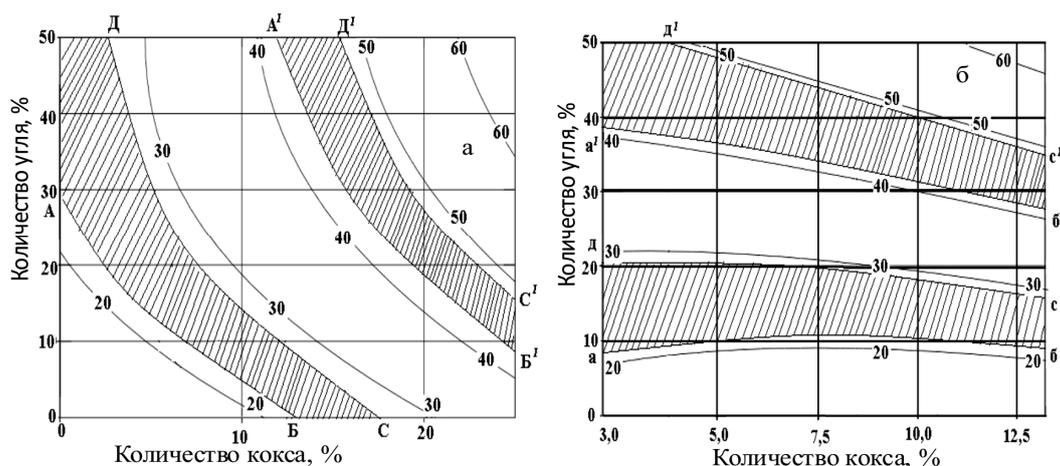


Рисунок 1 – Влияние количества железной стружки (15 %), кокса и угля на форму изолиний содержания Si в ферросилиции из руд месторождений «Шалкия» (а) и «Жайрем» (б). Цифры на линиях – содержание Si (%) в ферросплаве

На основании исследований, проведенных на печи Таммана, были установлены следующие

показатели восстановления и возгонки Zn из шихты на основе руды «Жайрем» (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние температуры и продолжительности опытов на степень восстановления и отгонки Zn

Т, К	Продолжительность, мин,				
	10	20	30	40	60
1773	77,1	88,6	90,0	92,4	94,0
1873	84,0	91,6	94,3	96,0	97,1
1973	86,9	95,2	96,0	97,6	99,8

Как следует из табл. 1 в температурной области 1783-1973 К довольно полная (≥97%) отгонка Zn наблюдается в течение 40-60 мин.

При этом влияние температуры (Т,К) и продолжительности (τ, мин.) на степень отгонки Zn (α,%) описывается следующим уравнением:

$$\alpha_{Zn} = \{1 - \exp[-(3 \cdot 10^{-4} \cdot T - 9,6 \cdot 10^{-2}) \cdot \tau^{(7 \cdot 10^{-4} + 0,74)}]\} \cdot 100$$

Укрупнено-лабораторные испытания переработки руд Шалкии и Жайрем проводили на ТПФ ТОО «Казхиминвест» (г.Тараз) на установке, содержащую электропечь мощностью 100 квт. В результате плавки был получен ферросилиций содержанием кремния от 22,3% до 46,8%, т.е. ферросилиций марок ФС25, ФС45, со степенью перехода Si в ферросплав 80,2- 95,8 и Fe 75,9-99,34. Выход ферросилиция составил 36,6-46,4% от массы руды. Цинк и свинец в ферросилиции присутствовали не более 0,01%, а в шлаке соответственно 0,0025-0,003 и 0,0012- 0,0016%. Т.е. основная часть этих металлов (Zn на 99,7%, Pb на 99,9%) перешла в возгоны. Примечательно то, что редкие металлы из состава сырья переходят в ферросилиций, т.е. образуется ферросплав, обладающий новыми свойствами в частности с содержанием в %: Mo -

0,058-0,23; Ti -0,16-0,19; V -0,98-0,1; Cr-0,03-2,5; Cs-0,12-0,17; Nb-0,005-0,03; Ni-0,14-3,6.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Польшваный И.Р., Абишев Ж.Н. и др. Концепция развития научно-технического потенциала цветной металлургии РК // Тез. докладов межд.конф. «Научные основы и разработки новых технологий переработки минерального и техногенного сырья цветной металлургии». г. Алматы ИМиО, 1995 –с.18-24.

2 Луганов В.А., Раимбеков Н.Е., Сыдыков М.Ж., Ищанов Т.К. Комбинированная технология переработки труднообогатимых руд с предварительным сульфидирующим обжигом //Сб.научных трудов ГИНЦВЕТМЕТ Комбинированные и малоотходные процессы комплексной переработки труднообогатимых руд и продуктов тяжелых цветных металлов. М.: 1990-С.19-26.